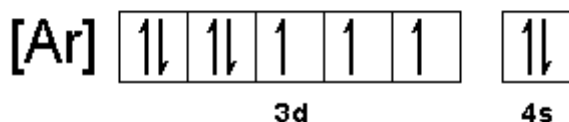


*Estudar para segunda fase (Mescladas)*

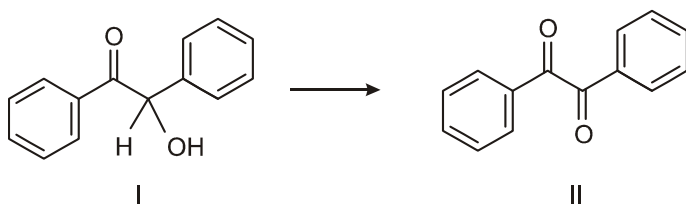
1. A configuração eletrônica do átomo de cobalto é dada a seguir:



- a) Determine quantos elétrons desemparelhados há no íon  $\text{Co}^{3+}$ .
- b) Compare o átomo de cobalto com os átomos de F, K e Br e coloque-os em ordem crescente de raio atômico.
- c) Misturando 100,0 mL de solução de nitrato de cobalto (II) 0,01 mol/L com 100,0 mL de solução de sulfeto de sódio 0,01 mol/L, haverá formação de precipitado? Justifique. Calcule a menor concentração de sulfeto necessária para iniciar a precipitação dos íons  $\text{Co}^{2+}$  na forma de sulfeto de cobalto ( $K(\text{ps}) = 8,0 \times 10^{-22}$ ).

Dado:  $\sqrt{2} \approx 1,41$

2. A hidroxiketona (I) pode ser oxidada à dicetona (II), pela ação de ácido nítrico concentrado, com formação do gás  $\text{N}_2\text{O}_4$ .



Utilizando formulas moleculares,

- a) escreva a equação química balanceada que representa a semirreação de oxidação da hidroxiketona (I).
- b) escreva a equação química balanceada que representa a semirreação de redução do íon nitrato.
- c) com base nas semirreações dos itens a) e b), escreva a equação química global balanceada que representa a transformação de (I) em (II) e do íon nitrato em  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

3. Um analista químico de uma indústria de condimentos analisa o vinagre produzido por meio de titulação volumétrica, utilizando solução padrão de hidróxido de sódio tendo fenolftaleína como indicador. Sabendo-se que são utilizados 25 mL de vinagre em cada análise – vinagre

é uma solução contendo 4,8% (m/v) de ácido etanoico –, que a concentração do titulante é igual  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ , que são realizadas três análises por lote e que são analisados quatro lotes por dia, calcule a quantidade média, em gramas, de hidróxido de sódio consumida para a realização das 264 análises feitas por esse analista em um mês de trabalho. Apresente seus cálculos.

**Dados:**

Massas molares ( $\text{g mol}^{-1}$ ): H = 1,0                      C = 12,0  
O = 16,0                      Na = 23,0

4. Um dos componentes do feromônio de trilha de uma espécie de formiga do gênero *Calomyrmex* é um aldeído (A) de cadeia carbônica aberta, insaturada e ramificada. A ozonólise dessa substância A levou à formação dos produtos 2- metilbutanal (B) e 3-metil-2-oxobutanal (C).

Sobre os dados apresentados acima, faça o que se pede.

- a) Escreva o nome da substância A.
- b) Escreva as estruturas das substâncias A e C.
- c) Calcule o número de estereoisômeros para a substância A.
- d) Calcule o número de estereoisômeros opticamente ativos para a substância A.
- e) Escreva a estrutura da cianoidrina, formada pela adição de ácido cianídrico à substância B.
- f) Escreva a estrutura do produto obtido pela reação de adição de cloreto de metilmagnésio com a substância B seguido de hidrólise.

5. Numa entrevista à *Revista n°163*, um astrofísico brasileiro conta que propôs, em um artigo científico, que uma estrela bastante velha e fria (6.000 K), da constelação de Centauro, tem um núcleo quase totalmente cristalizado.

Esse núcleo seria constituído principalmente de carbono e a estrela estaria a caminho de se transformar em uma estrela de diamante, com a cristalização do carbono.

a) O pesquisador relata ter identificado mais 42 estrelas com as mesmas características e afirma: *Enquanto não termina o processo de cristalização do núcleo, as estrelas de diamante permanecem com a temperatura constante.* No que diz respeito à temperatura, independentemente de seu valor absoluto, ele complementa essa afirmação fazendo uma analogia entre o processo que ocorre na estrela e a solidificação da água na Terra. Com base no conhecimento científico, você concorda com a analogia feita pelo pesquisador? Justifique.

b) Ao final da reportagem afirma-se que: No diamante da estrela, apenas 0,01 Å separa os núcleos dos átomos do elemento que o compõem. Considerando-se que o raio atômico do carbono no diamante da Terra é de 0,77 Å, quanto valeria a relação numérica entre os volumes

atômicos do carbono (Terra/estrela)? Mostre seu raciocínio.

6. Durante este ano, no período de vacinação contra a gripe A (H1N1), surgiram comentários infundados de que a vacina utilizada, por conter mercúrio (metal pesado), seria prejudicial à saúde. As autoridades esclareceram que a quantidade de mercúrio, na forma do composto tiomersal, utilizado como conservante, é muito pequena. Se uma dose dessa vacina, com volume igual a 0,5 mL, contém 0,02 mg de Hg, calcule a quantidade de matéria (em mol) de mercúrio em um litro da vacina.

**Dado:** Massa molar do Hg = 200 g·mol<sup>-1</sup>.

7. As populações de comunidades, cujas moradias foram construídas clandestinamente sobre aterros sanitários desativados, encontram-se em situação de risco, pois podem ocorrer desmoronamentos ou mesmo explosões. Esses locais são propícios ao acúmulo de água durante os períodos de chuva e, sobretudo, ao acúmulo de gás no subsolo. A análise de uma amostra de um gás proveniente de determinado aterro sanitário indicou que o mesmo é constituído apenas por átomos de carbono (massa molar = 12,0 g·mol<sup>-1</sup>) e de hidrogênio (massa molar = 1,0 g·mol<sup>-1</sup>) e que sua densidade, a 300 K e 1 atmosfera de pressão, é 0,65 g·L<sup>-1</sup>. Calcule a massa molar do gás analisado e faça a representação da estrutura de Lewis de sua molécula.

**Dado:** R = 0,082 L·atm·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

O Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ), atualmente em fase de implantação no município de Itaboraí, utilizará como matéria-prima principal o petróleo pesado produzido no Campo de Marlim, na Bacia de Campos. Os produtos mais importantes do COMPERJ podem ser vistos na tabela a seguir.

#### Principais produtos do COMPERJ

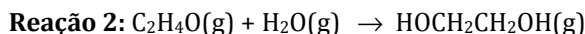
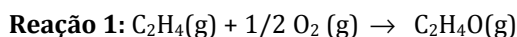
Produtos de 1ª geração	Produção mensal (em 1.000 ton.)	Produtos de 2ª geração	Produção mensal (em 1.000 ton.)
Eteno	1300	Polipropileno	850
Propeno	881	Polietileno	800
Benzeno	608	Estireno	500
Butadieno	157	Etilenoglicol	600
p-xileno	700	Ácido tereftálico	500
Enxofre	45	PET	600

8. O estireno é um alquil aromático de fórmula C<sub>8</sub>H<sub>8</sub> utilizado como monômero para a fabricação do poliestireno e de outros polímeros de grande importância comercial. Ele é obtido por meio de um processo que usa dois produtos de 1ª geração do COMPERJ, que identificaremos como A e B. O processo envolve a sequência de reações indicadas a seguir.

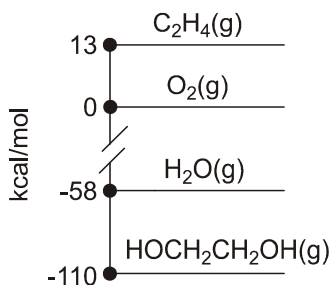
Etapa	Reação	Tipo	Tipo
1	A + HCl → C		Adição
2	C + B $\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$ + HCl		Alquilação
3	D → Estireno + H <sub>2</sub>		Eliminação

Escreva, utilizando a notação em bastão, os produtos petroquímicos de 1ª geração A e B, dê o nome do produto intermediário D e represente a estrutura do poliestireno.

9. O etilenoglicol (HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH) é um dos produtos de 2ª geração do COMPERJ. Ele pode ser produzido a partir do eteno, segundo as reações descritas a seguir:



a) Sabendo que as duas reações são exotérmicas e que a reação 1 produz 25 kcal por mol de eteno reagido, e usando a escala de entalpia padrão de formação mostrada no diagrama ao lado, calcule o calor envolvido na reação 2, em kcal por mol de etilenoglicol produzido.



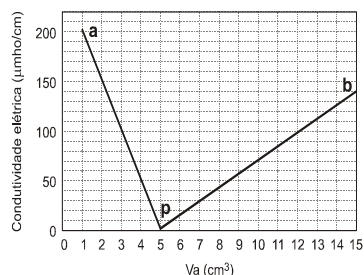
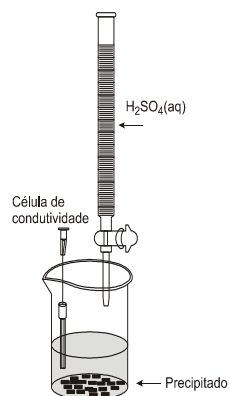
b) Sabendo que a energia da ligação C-H é de 100 kcal/(mol de ligação) e que a energia envolvida na reação C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(g) → 2C(g) + 4H(g) é igual a 547 kcal por mol de eteno, calcule a energia da ligação C=C, em kcal/mol.

Sabe-se que a condutividade elétrica de uma solução é uma medida de sua facilidade de conduzir corrente elétrica. Assim, quanto maior a quantidade de íons dissociados, maior será a condutividade da solução.

Num experimento, uma solução aquosa de ácido sulfúrico foi gradualmente adicionada a um recipiente equipado com uma célula de condutividade contendo inicialmente 40 mL de uma solução de hidróxido de bário 0,0125 M, conforme a figura a seguir. Enquanto o ácido era

adicionado, foram tomadas medidas relativas à condutividade elétrica da solução.

O gráfico a seguir registra os dados de condutividade em função do volume de solução ácida adicionada (Va).



10. Determine o pH da solução ácida que apresenta condutividade elétrica igual a 70 µmho/cm (dados:  $\log_{10} 2 = 0,30$ ;  $\log_{10} 3 = 0,48$ ;  $\log_{10} 5 = 0,70$ ).

**Gabarito:**

**Resposta da questão 1:**

a) O número de elétrons desemparelhados no íon  $\text{Co}^{3+}$  é 4. Os dois elétrons 4s saem primeiro e um elétron 3d sai depois.

b) Comparando com os átomos de F, K e Br e colocando em ordem crescente de raio atômico, teremos:  $\text{F} < \text{Br} < \text{Co} < \text{K}$ .

c) Cálculo da PI e concentração de sulfeto necessária para iniciar a precipitação.

A quantidade de matéria, em mol, de  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{S}^{2-}$  em 100 mL de cada solução é:

$$0,01 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ mol.}$$

Na mistura, a concentração, em mol, dos íons  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{S}^{2-}$  é:

$$10^{-3} \text{ mol} / 0,2 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L.}$$

$$\text{PI} = [\text{Co}^{2+}] \times [\text{S}^{2-}] = (5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) \times (5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}) = 2,5 \times 10^{-5}$$

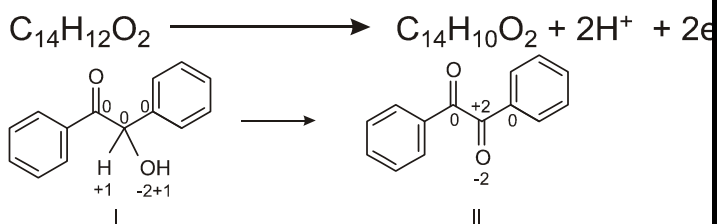
$\text{PI} > \text{K(PS)}$ . Portanto, ocorre a precipitação do  $\text{CoS}$

$$\text{K(PS)} = [\text{Co}^{2+}] \times [\text{S}^{2-}]$$

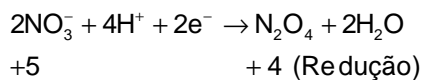
$$[\text{S}^{2-}] = 8,0 \times 10^{-22} / 5 \times 10^{-3} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ mol/L}$$

**Resposta da questão 2:**

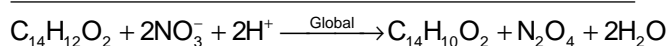
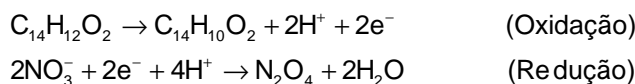
a) Podemos verificar que o número de oxidação do carbono varia de zero para +2 na hidroxiketona. Consequentemente temos uma oxidação.



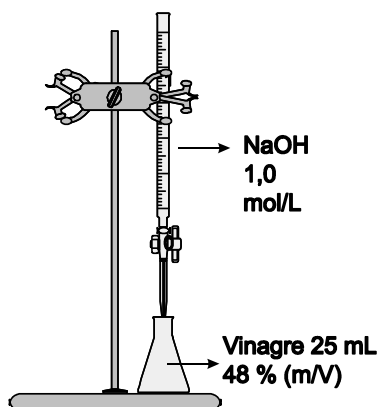
b) Equação química balanceada que representa a semirreação de redução do íon nitrato:



c) Equação química global balanceada da transformação citada:



**Resposta da questão 3:**  
Teremos:



4,8 % (m/V):  
100 mL — 4,8 g de ácido acético  
25 mL — m  
 $m = 1,2$  g de ácido acético

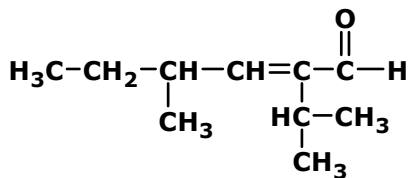
1 mol de NaOH (40,0 g) neutraliza 1 mol de ácido acético (60,0 g), logo:  
40,0 g — 60,0 g  
m' — 1,2 g  
 $m' = 0,8$  g de NaOH

Como em uma análise utiliza-se 0,8 g de NaOH, em 264 análises serão consumidos  $(264 \times 0,8 \text{ g})$  211,20 g de NaOH.

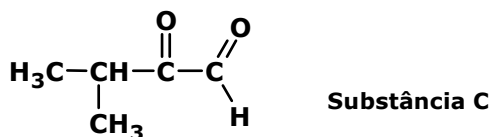
**Resposta da questão 4:**

a) 2-isopropil-4-metilex-2-enal.

b) Teremos:



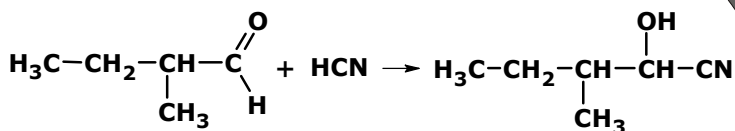
Substância A



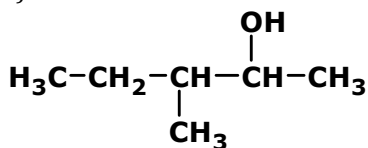
c) Quatro estereoisômeros.

d) Temos quatro estereoisômeros opticamente ativos: cis dextrógiro e cis levógiro, trans dextrógiro e trans levógiro.

e) Estrutura da cianidrina:



f) Teremos:

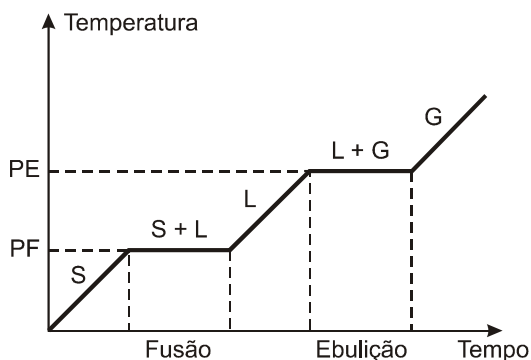


**Resposta da questão 5:**

a) Concordo com a afirmação, pois supondo que os núcleos das estrelas sejam formados por carbono puro, e feita a analogia com a água, o comportamento é de uma substância pura.

Quando se aquece uma substância pura inicialmente no estado sólido, a temperatura aumenta até atingir o ponto de fusão (P.F.), onde começa a “derreter”; neste ponto a temperatura é constante.

Quando chega na temperatura de ebulição ou ponto de ebulição (P.E.) acontece o mesmo: a temperatura permanece constante. Isto ocorre com qualquer substância pura. Observe a figura a seguir:



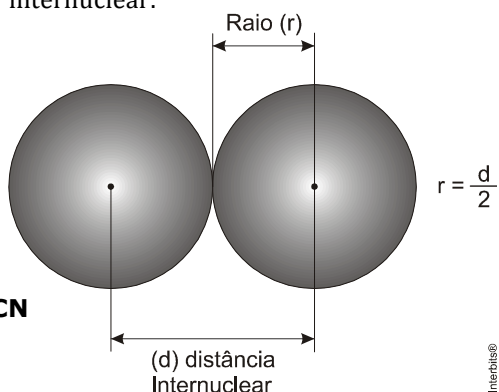
b) Cálculo do volume atômico do carbono na Terra (aproximando o volume de um átomo de carbono ao

volume de uma esfera):

$$V_{\text{esfera}} = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \quad (R = \text{raio})$$

$$V_{\text{C(Terra)}} = \frac{4}{3} \pi \cdot (0,77)^3 (\text{Å})^3$$

Como é muito difícil medirmos o raio de um átomo, pois a região ocupada pelos elétrons não tem uma posição bem definida, devemos medir, a partir da utilização dos raios X, a distância (d) entre dois núcleos vizinhos em um retículo cristalino e dividir esta distância por dois, ou seja, o raio atômico equivale a metade da distância internuclear:



Como a distância internuclear é de  $0,01 \text{ Å}$  e o raio é a metade desta distância, o raio será de  $0,005 \text{ Å}$  ( $\frac{0,01}{2} = 0,005$ ).

$$V_{\text{C(estrela)}} = \frac{4}{3} \pi \cdot (0,005)^3 (\text{Å})^3$$

Cálculo da relação numérica (R) entre os volumes atômicos do carbono:

$$R = \frac{V_{\text{C(Terra)}}}{V_{\text{C(estrela)}}} = \frac{\frac{4}{3} \pi \cdot (0,77)^3}{\frac{4}{3} \pi \cdot (0,005)^3} = \frac{(0,77)^3 (\text{Å})^3}{(0,005)^3 (\text{Å})^3}$$

$$R = 3,65 \cdot 10^6$$

**Resposta da questão 6:**

Teremos:

$$\begin{array}{l} 0,02 \text{ mg} \text{-----} 0,5 \text{ mL} \\ \text{m} \text{-----} 1000 \text{ mL} \\ m = 40 \text{ mg} \end{array}$$

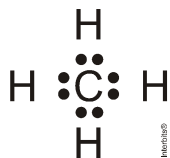
$$\begin{array}{l} 200000 \text{ mg} \text{-----} 1 \text{ mol (Hg)} \\ 40 \text{ mg} \text{-----} n \\ n = 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

**Resposta da questão 7:**

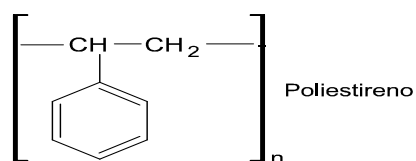
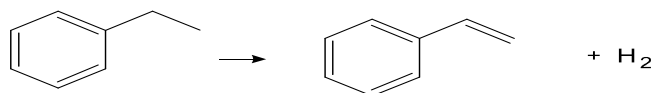
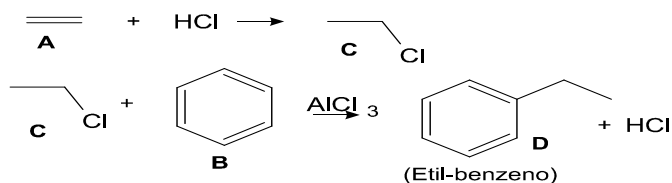
$$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow M = \frac{dRT}{P}$$

$$M = \frac{0,65 \times 0,082 \times 300}{1} = 16 \text{ g/mol (CH}_4\text{)}$$

Representação de Lewis:

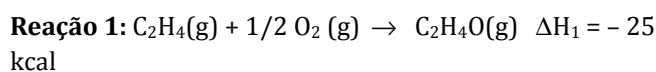


Resposta da questão 8:



Resposta da questão 9:

a) De acordo com o diagrama fornecido podemos obter as entalpias de formação dos compostos mencionados no texto.

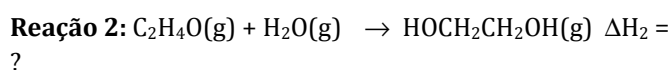


$$13 \text{ kcal} \quad 0 \quad x$$

$$\Delta H_1 = H_{\text{PRODUTOS}} - H_{\text{REAGENTES}}$$

$$-25 \text{ kcal} = x - (13 \text{ kcal} + 0)$$

$$x = -12 \text{ kcal}$$



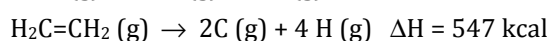
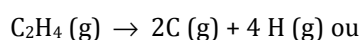
$$-12 \text{ kcal} \quad -58 \text{ kcal} \quad -110 \text{ kcal}$$

$$\Delta H_2 = H_{\text{PRODUTOS}} - H_{\text{REAGENTES}}$$

$$\Delta H_2 = -110 \text{ kcal} - (-12 \text{ kcal} + (-58 \text{ kcal})) = -40 \text{ kcal.}$$

$$\Delta H_2 = -40 \text{ kcal (calor envolvido na reação 2).}$$

b) A partir da equação fornecida no texto, teremos:



Teremos a quebra de 4 ligações simples (do tipo C-H) =  $4(100 \text{ kcal}) = +400 \text{ kcal}$

Teremos a quebra de 1 ligação dupla (do tipo C=C) =  $1(x)$

A energia total envolvida no processo será dada pela soma:

$$+400 \text{ kcal} + x = 547 \text{ kcal} \Rightarrow x = 147 \text{ kcal/mol de ligação C=C.}$$

Conclusão,

$$E_{\text{Ligação C=C}} = +147 \text{ kcal.}$$

Resposta da questão 10:

De acordo com o gráfico para  $70 \mu \text{ mho/cm}$  teremos  $V_a = 10 \text{ cm}^3$ .

Neutralização  $V_a = 5 \text{ cm}^3$  ( $\sim 0 \mu \text{ mho/cm}$ , no gráfico)

$$C_a V_a = C_b V_b$$

$$5 \times C_a = 0,0125 \times 40 \Rightarrow C_a = 0,1 \text{ M}$$

$$C_{\text{H}^+} = 2 \times 0,1 \times \frac{(10-5)}{(40+10)} \Rightarrow C_{\text{H}^+} = 0,02 \text{ M}$$

Sabendo que  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ , teremos:

$$\text{pH} = -\log 0,02$$

$$\text{pH} = -\log 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pH} = -(\log 2 - 2 \log 10)$$

$$\text{pH} = -(0,30 - 2) = 1,7$$

Logo,  $\text{pH} = 1,7$ .